Über den

Einfluss des Bromäthyls auf Atmung und Kreislauf.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 8. Mai 1890

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Heinrich Löhers

prakt. Zahnarzt aus Geseke (Westfalen).

OPPONENTEN:

Hr. Dr. Cowl aus New-York.
- Dr. Benedict, prakt. Arzt aus Berlin.
- Cand. med. Rammrath.

BERLIN.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke).

Linienstrasse 158.

Meiner lieben Frau.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535701_0148

Der Streit darüber, ob es überhaupt erlaubt ist, einen Menschen zum Zwecke eines operativen Eingriffes zu narkotisieren, ist heute wohl endgiltig in bejahendem Sinne entschieden. Jene Zeiten, in denen man es vom sittlichen Standpunkte aus „für unmoralisch und unwürdig hielt, einen Menschen in bewusstlosen Zustand zu versetzen“ (Magendie), sind vorüber und die Bedenken von Bibelgläubigen, die sich in den 50 er Jahren in scharfen Protesten gegen die Einführung der Narkotica in die Geburtshilfe sträubten, weil in der Bibel steht „Du sollst Kinder in Schmerzen gebären“, sind verstummt und die Proteste sind heute nur noch Cabinetstücke für den Culturhistoriker.

Ganz anders gestaltet sich jedoch die Frage über die Berechtigung der Narkose in einem concreten Falle, wo der gewissenhafte Arzt die technischen Schwierigkeiten und die Schmerzhaftigkeit der Operation gegen die giftigen Wirkungen des Narkoticums abzuwägen hat. So lange man noch nach der Einführung des Chloroforms in die Therapie keine trüben Erfahrungen gemacht hatte, dürfte dasselbe unbedenklicher und somit auch freigebiger angewandt sein; aber die wieder und wieder constatierten Chloroformtodesfälle mahnten zur Vorsicht und riefen in der ärztlichen Welt eine Gegenströmung wach, die sich nach 2 Richtungen hin äusserte.

Man schränkte den Gebrauch der Narkotica ein und suchte dem Chloroform Mittel zu substituieren, die auf den Organismus eine weniger eingreifende Wirkung äusserten.

Der Verzicht auf die Anästhetica konnte nur bei kleinen Operationen, die sich mit Sicherheit durchführen lassen, in Frage kommen, und die Statistik über die Chloroformtodesfälle verlangte für die gewissermassen

Normaloperation der kleinen Chirurgie, die Zahnextraction, notwendiger Weise, wenn man hier die Berechtigung der Narkose anerkennen wollte, ein anderes Narkoticum als Chloroform. $^2/_3$ sämtlicher Chloroformtodesfälle sind bei Zahnextractionen vorgekommen. Viele Ärzte verwarfen hier deshalb die Betäubung, wie z. B. Dieffenbach, dem dieselbe hier vorkam, als wolle man Sperlinge mit Kanonen schiessen. Gewiss, der Operateur kann die Narkose für die Extraction von Zähnen entbehren und würde sie häufig gern entbehren, da sie nicht selten die technischen Schwierigkeiten vermehrt, allein das Publikum wünscht die oft sehr schmerzhafte Zahnextraction, ebenso wie andere Operationen, möglichst schmerzlos ausgeführt. Die Zahnärzte waren daher gezwungen, sich nach einem weniger differenten Narkoticum umzuthun und im Gegensatze zu den Bemühungen, für längere Operationen des Chloroforms entraten zu können, sind ihre Bemühungen erfolgreich gewesen.

Man wandte sich wieder dem Stickoxydul zu, an dem der Zahnarzt Horace Wells die heutige Methode der Anästhesie erdacht und das er auch zuerst angewandt hat. Über Chloroform und Äther in Vergessenheit geraten, wurde es 1863 von Colton wieder empfohlen und von den Zahnärzten bald allgemein angewandt. Neben der Promptheit seiner Wirkung, der raschen Rückkehr in den Normalzustand und dem Fehlen unangenehmer Nachleiden war doch die relative Ungefährlichkeit der Hauptvorzug vor dem Chloroform. Nur diesem Umstande ist die geradezu massenhafte Anwendung zuzuschreiben, der es sich trotz der Umständlichkeit seiner Anwendung, trotz der oft unzureichenden Anästhesie erfreute. Wohl keinem Zahnarzt, der Lachgas viel angewandt hat, sind Blamagen wegen verunglückter Zahnextractionen erspart geblieben. Es blieb somit das Bedürfnis bestehen nach einem Narkoticum, das ebenso ungefährlich und angenehm als Stickoxydul

eine längere Anästhesie ermöglicht. In neuerer Zeit wird von den Zahnärzten vielfach ein Narkoticum gebraucht, das diesen Bedingungen entsprechen soll. Es ist dies das Bromäthyl, ein Mittel, das nicht neu seine eigne Geschichte hat.

Das Bromäthyl (Äthylbromid, Aether bromatus, C_2H_5Br) ist eine farblose, neutralreagierende, schwer entzündliche, ähnlich dem Chloroform riechende und schmeckende Flüssigkeit von 1,47 spec. Gewicht und 41° Siedepunkt. In Wasser unlöslich, mischt es sich mit Äther und Alkohol in allen Verhältnissen. Es zersetzt sich leicht, schon unter dem Einfluss des diffusen Tageslichts und muss daher in dunklen Gefässen aufbewahrt werden. Nach Dr. C. Scholvien soll ein Zusatz von 1° Alkohol das Bromäthyl der Zersetzung weniger aussetzen. Dargestellt wird es, indem man in Alkohol, der geschmolzenen Phosphor enthält, allmählich Brom zutropfen lässt, oder indem man Äthylalkohol mit gasförmiger Bromwasserstoffsäure digeriert. Das Bromäthyl wurde 1827 von Serullas entdeckt. Aber mehr als 20 Jahre vergingen, ehe man seine anästhetischen Wirkungen kennen lernte. Erst 1849 macht Nunneley die ersten Versuche an Katzen und benutzte es auch in praxi zu Augen- und Ohrenoperationen. Aber trotz weiterer Studien von Robin, Rabuteau und Anderen fand es keine besondere Beachtung, bis es 1877 von Turnbull in Philadelphia für kurz dauernde Operationen empfohlen wurde. Seitdem ist es in Amerika vielfach in Anwendung gekommen und auch in Frankreich gewann es seine Anerkennung bei den Chirurgen, vornehmlich durch den Einfluss Terrillons, der einen ausgedehnten Gebrauch von Bromäthyl machte.

Aber der Geschichte des Bromäthyls sollten dunkle Seiten nicht erspart bleiben. Im Jahre 1880 wurden in Amerika 2 Bromäthyltodesfälle veröffentlicht, der eine von Roberts in Philadelphia, der andere von Ma-

rion Sims in New-York. In beiden Fällen handelte es sich um Patienten, deren Gesundheitszustand in schwerster Weise erschüttert war. In dem von Roberts berichteten musste die beabsichtigte Blasenstein-Operation bei einem jungen Burschen wegen allgemeiner Schwäche aufgeschoben werden und der Tod trat durch Asphyxie ohne cyanotische Erscheinungen ein, nachdem erst 14 g Bromäthyl verbraucht waren. In dem andern Falle, der uns von Marion Sims mitgeteilt ist, wurde die Narkose $1^1/_2$ Stunden mit 130 g Bromäthyl unterhalten. Patientin, welche starkes Erbrechen und 3 Anfälle von Opisthotonus hatte, ging nach 22 Stunden an Cholerine zu Grunde. Die Section ergab Nierencyrrhose und Nierenkatarrh. Diesem Umstande glaubt Marion Sims den letalen Ausgang zuschreiben zu müssen, weil hierdurch die Ausscheidung des Bromäthyls durch die Nieren verhindert sei. Diese beiden — die einzig bis jetzt constatierten Todesfälle — sind nach meiner Ansicht wenig geeignet, die Sympathieen, welche die Zahnärzte dem Bromäthyl entgegenbringen, zu erschüttern. Ein indifferentes Mittel ist Bromäthyl nicht. Aber kann man das von einem Narkoticum, das auf das ganze Centralnervensystem einen tief eingreifenden Einfluss ausüben soll, überhaupt erwarten? Ein absolut harmloses Narkoticum ist eine Chimäre. Wenn somit ein Individuum, dessen Lebensfunctionen nur noch von einer Accommodation der verschiedensten organischen Fehler notdürftig ermöglicht werden, der narkotischen Wirkung des Bromäthyls erliegt, so kann uns das nicht überraschen. Um so schwerer wiegen aber bei der Beurteilung der differenten Wirkung des Bromäthyls die Resultate, welche Horace Wood in Philadelphia 1880 über seine Untersuchungen veröffentlichte. Wood machte eine Reihe von Tierversuchen, die ihn zu der Überzeugung kommen liessen, dass Bromäthyl ebenso gefährlich sei wie Chloroform, da es ebenso, wie dieses, auf die Propulsivkraft des

Herzens deprimierend wirke. Jetzt, wo der Gebrauch von Bromäthyl mit jedem Tage zunimmt, wie ich wohl nicht mit Unrecht aus dem stetigen Sinken des Preises schliesse, gewinnen die Resultate von Horace Wood ein eminent praktisches Interesse, das ihnen abging, nachdem in den 80er Jahren die Chirurgen, ich weiss nicht, aus welchem Grunde, das Bromäthyl wieder vernachlässigten. Damals waren sie nicht im stande, die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf sich zu lenken, um so mehr heute. Die Tageslitteratur ist seit Jahresfrist angefüllt mit Artikeln über die Wirkung des Bromäthyls auf den Circulations- und Respirationsapparat, die die verschiedensten Ansichten verteidigen. Während man auf der einen Seite die Wirkung ganz analog findet der des Stickoxyduls, wonach zunächst nur die Atmung beeinflusst wird und dieselbe sistiert, wenn eine Wirkung auf das Herz überhaupt noch nicht nachgewiesen werden kann, sieht man auf der anderen Seite in dem Bromäthyl ein directes Herzgift.

Bei dem aussergewöhnlichen Interesse, das diese Fragen beanspruchen, entschloss ich mich, an der Hand von Tierversuchen die Veränderungen in Atmung und Circulation bei Bromäthylinhalation einem detaillierteren Studium zu unterwerfen. Ich wandte mich deshalb an Herrn Prof. Dr. J. Gad, mir in seinem Laboratorium dahingehende Versuche zu gestatten; mit der grössten Bereitwilligkeit wurden sie mir gewährt. Bevor ich zu meinen eignen Untersuchungen übergehe, halte ich es für angezeigt, zunächst die Untersuchungen und Beobachtungen zu recapitulieren, welche die mir zugängliche Litteratur über die Veränderungen in Atmung und Circulation bei Bromäthylinhalation aufweist. Leider war es mir nicht möglich, in Berlin die Medical Times (Philadelphia) einzusehen — auch in der Königlichen Bibliothek ist sie nicht vorhanden — so dass ich mich mit Auszügen, die ich in Scheps fand, begnügen musste.

Die Zusammenstellung zeigt dasselbe Bild, wie die heutige Tageslitteratur. Nach Rabuteau tritt zunächst eine Beschleunigung der Atmung und des Pulses ein, der dann, wie bei Chloroform und Äther, ein Stadium der Verlangsamung folgt. Die Atmung verflacht sich, führt aber nicht zum asphyctischen Tode, sondern die Tiere gehen nach seiner Ansicht durch Stillstand des Herzens zu Grunde. Dafür scheint ihm auch die rosenrote Farbe der Lunge der secierten Tiere zu sprechen. Die anfängliche Beschleunigung der Respiration und des Pulses bestätigt Terrillon. Er hat aber niemals beobachtet, dass die Versuchstiere nach Bromäthylinhalation durch Stillstand des Herzens endeten, sondern sah diesen stets erst als secundäre Wirkung eintreten, nachdem der Respirationsapparat zunächst seine Arbeit eingestellt hatte. Er sah auch niemals die plötzlichen und rapiden Veränderungen in Atmung und Circulation, wie sie bei Chloroform gerade nicht zu den Seltenheiten gehören. Sheppard konnte beim Menschen durch sphygmographische Untersuchungen ein Sinken des Blutdruckes nachweisen, wie dies bei Tieren, wie wir bereits oben gesehen haben, von Wood beobachtet war. A. Bonome und G. Mazza, die 1884 über die Wirkung von Bromäthyl eine Reihe von Versuchen anstellten, kamen zu dem Ergebnis, dass die Atmung fast gar keine Änderung erleide; nur in dem Stadium, wo das Bromäthyl auf den Wegen der Respiration aus dem Körper eliminiert wurde, sahen sie sowohl nach kurzer Inhalation als auch nach subkutaner Injection eine leichte Dxspnoë eintreten. Den Blutdruck sahen sie stets sinken, beim Kaninchen um 40 mm.

Eine Arbeit, welche die Veränderungen in der Atmung und Kreislauf ins Detail verfolgt, wie uns solche über die Chloroformwirkung vorliegen, konnte ich nicht entdecken, trotzdem ich auf die Zusammenstellung der

Ergebnisse der einschlagenden Litteratur viel Mühe verwendet habe.

Meine Versuche, zu denen ich nunmehr übergehe, sind ausschliesslich an Warmblütern und speziell am Kaninchen gemacht. Zwar habe ich versucht, die Arbeit des Froschherzens unter der Wirkung von Bromäthyldämpfen zu studieren; ich benutzte dazu die von Fick angegebene, von Blasius zuerst angewandte Methode, am ausgeschnittenen Froschherzen die geleistete Arbeit unter verschiedenen Verhältnissen zu messen. Meine Bemühungen sind aber gescheitert an der durch die Überwinterung herabgesetzten Lebensenergie der in Winter und Frühjahr wohl wenig geeigneten Präparate. Mit Resignation musste ich von meinen Versuchen, die für mich selbst freilich nicht wertlos gewesen sind, Abstand nehmen und mich mit Versuchen am Kaninchen begnügen.

Um die respiratorischen Veränderungen studieren zu können, benutzte ich zunächst einen hermetisch verschliessbaren Kasten, in den das Tier eingeschlossen wurde, wie er im physiologischen Institut anwesend war. Die Trachealkanüle, durch welche das Tier atmen musste, wurde durch einen kurzen Kautschukschlauch mit einer Blechröhre verbunden, welche die Kastenwand durchsetzte. Hierdurch war es möglich, dem Tiere beliebige Gasmischungen zuzuführen. Zur Registrierung der Atmung war in den Deckel eine Röhre eingelassen, die durch einen Gummischlauch mit dem Gadschen Aëroplethysmographen in Verbindung stand. Die Atmungscurven wurden also in der Weise aufgezeichnet, dass die Kuppen die Inspirationen, die Thäler die Exspirationen vorstellten. Der Apparat erwies sich für meine Untersuchungen als untauglich; es war mir unmöglich, gleichzeitig den Blutdruck zu registrieren, Nerven zu durchschneiden, zu reizen, und, was den Apparat absolut unbrauchbar schon allein für mich machte: ich konnte die Tiefe der Narkose nicht feststellen. Nutzen hat er

nur gewährt zu Controllversuchen über die Respirationsstörungen.

Auf Anregung und nach den Angaben von Herrn Prof. Gad construierte ich mir deshalb einen Apparat, ähnlich wie ihn Rosenthal zu seinen Studien über die Veränderungen der Respiration bei Atmung bestimmter Gasmischungen benutzte, der es mir gestattete, von dem Tiere, das frei vor mir liegt, zu gleicher Zeit Blutdruck und Atmung registrieren zu lassen. Der Apparat besteht aus einem 20 Liter fassenden Kasten, der durch eine Scheidewand in 2 gleiche Teile getrennt ist. 2 passende Deckel können mit Glycerinthon hermetisch aufgedichtet werden. Diese beiden Hohlräume dienen als Vorlagen, von denen der eine zur Aufzeichnung der normalen Atmung, der andere zur Bromäthylatmung dienen soll. Zur besseren Scheidung will ich den Kasten für Normalatmung mit I, den für Bromäthylatmung mit II bezeichnen. Von No. I geht ein Gummirohr zum Aëroplethysmographen, ein 2. zum Tiere. Zum Volumschreiber besteht bei II eine ganz analoge Verbindung, die mit der ersten durch einen Dreiweghahn verkuppelt ist.

Aber die Verbindung mit dem Tiere ist bei diesem Kasten durch 2 Röhren mit Gummiverbindung vermittelt, denen Flatterventile eingefügt sind, und die durch ein T-Rohr verbunden sind. An die eine Röhre, der das Inspirationsventil eingeschaltet ist, schliesst sich im Kasten ein Gummiballon von 6 Liter Fassungsgrösse luftdicht an. Die andere Röhre mit dem Exspirationsventil mündet in den den Ballon umgebenden Hohlraum des Kastens II. Diese Anordnung macht es möglich, dass die Tiere, wenn sie durch den gemeinsamen Schenkel der T-Röhre respirierten, aus dem Gummiballon einatmeten und in den umgebenden Kastenraum ausatmeten. Das Volumen, das aus dem Gummiballon inspiriert wurde, wird in den Kasten exspiriert, so dass

das mittlere Gasvolumen in No. II stets dasselbe verbleibt. Das Atmungsrohr von I ist mit dem gemeinschaftlichen Schenkel des T-Rohres der Atmungsröhren von II durch einen Dreiweghahn verbunden, so dass bei Atmung aus Kasten I dem Tiere durch Drehung des Hahns Gas aus dem Gummiballon von II zugeführt und es nun in I exspiriert. Zum Schreiben muss aber noch der Dreiweghahn, der die Verbindungen beider Kasten mit dem Aeroplethysmographen verkuppelt, gedreht werden. Durch Drehung von 2 Hähnen können wir also den Übergang von atmosphärischer Atmung in Bromäthylatmung und umgekehrt fast ohne jede Unterbrechung registrieren lassen. Während der Versuche, wenn die Tiere Bromäthyldämpfe atmeten, habe ich stets dafür Sorge getragen, dass die Luft in I durch Hindurchsaugen frischer atmosphärischer Luft erneuert wurde. Der Gummiballon wurde in der Weise mit Bromäthyl gefüllt, dass ich durch Aspiration die Luft in Kasten II verdünnte, wodurch Luft in den Gummiball strömte, die durch eine Wulffsche Flasche streichen musste, die Bromäthyl enthielt. Auf diese Weise enthielt der Gummiballon bei 6 Liter Fassungsgrösse 3 g Bromäthyl. Jedes Mal, wenn der Ballon auf die beschriebene Weise gefüllt war, stellte ich Communication des ihn umgebenden Raumes mit der Zimmerluft her, um die Verhältnisse der beiden Vorlagen I und II in ihrer Congruenz nicht künstlich zu stören. Aus Controllversuchen, wobei ich den Ballon mit Luft füllte, habe ich den Beweis erbracht, dass die Curven, somit die Atmung, gleich sind, mag das Tier aus I oder II respirieren.

Der Apparat hat mich nach jeder Richtung hin befriedigt.

Für alle Versuche habe ich Bromäthyl aus der Fabrik des Herrn Merck in Darmstadt verwandt.

Die Tiere wurden in allen Fällen auf ein Kaninchenbrett gespannt und im allgemeinen habe ich durch

eine Trachealkanüle atmen lassen, da von Prof. Gad der Beweis erbracht ist, dass die Trachealatmung sich von der Nasen- und Mundatmung nicht unterscheidet. Wo es mir aber darauf ankam, die Reflexe von der Nasenschleimhaut festzustellen, war es mir bei Gebrauch der Gadschen Trachealkanülen mit Dreiweghahn sehr leicht, durch Drehung dieses Hahnes durch Nase und Mund respirieren zu lassen. Sollte Nasenatmung registriert werden, so wurde dem Versuchstiere ein passender Glastrichter, dessen Rand mit Glycerinthon nicht zu sparsam eingestrichen war, über das Gesicht gestülpt und fest angehalten.

Um meine Arbeit durchsichtiger zu machen, will ich zunächst die Veränderungen besprechen, welche die Atmung des Kaninchens bei Bromäthylinhalation zeigt, erstens bei Nasen- und Mundatmung, dann bei der Respiration durch eine Trachealfistel bei unverletzten und durchschnittenen Nervis vagis. Darauf werde ich die Versuche über die Veränderungen in der Circulution folgen lassen; zunächst auch wieder bei unversehrten Nervis vagis, dann nach Durchschneidung derselben, endlich bei Tieren, die mit Curare vergiftet sind.

I. Reflexerscheinung bei Bromäthylatmung durch Nase und Mund.

Holmgren, und, unabhängig von demselben, Kratschmer haben bekanntlich die interessante Beobachtung gemacht, dass auf reflectorischem Wege vom Trigeminus aus ein Stillstand der Lungen in Exspirationsstellung erfolgt, wenn man einem Tiere — der Mensch bildet keine Ausnahme — Chloroformdämpfe durch Nase und Mund zuführt. Kratschmer entdeckte bald eine ganze Reihe von leicht verdunstenden Substanzen, welche dieselbe Erscheinung herbeiführten. Es lag für mich somit äusserst nahe, Bromäthyl auf diese Wirkung hin zu prüfen. Die eigentümlichen topographischen Verhältnisse

der Brusteingeweide des Kaninchens veranlassten mich, die Frage ohne Apparate durch Autopsie zu entscheiden. Beim Kaninchen ist nämlich das vordere Mediastinum, wie Prof. Gad in der physiologischen Gesellschaft zu Berlin vor Jahren schon hervorgehoben hat, nicht ein idealer Raum, wie beim Menschen. Wir sind im stande, den Thorax nahe am Sternalrande zu spalten — freilich eine delikate Operation — und durch Klemmen weit aufzuklaffen, ohne einen Pneumothorax herbeizuführen und können so eine geraume Zeit das rhythmische Spiel des Herzens und der Lungen beobachten. Hielt ich nun dem so vorbereiteten Tiere eine mit Bromäthyl getränkte Compresse vor Nase und Mund, so sistierte sofort die Atmung, wie spätere kymographische Aufzeichnungen ergaben, bis zu 35 Secunden. Aber zu meinem Erstaunen erschienen mir die Pleurensäcke zu sehr vorgewölbt, um ohne weitere Untersuchung eine exspiratorische Stellung der Lungen annehmen zu können; sofort mit meinem Vorlageapparat vorgenommene Controllversuche machten es aber unzweifelhaft. Der scheinbare Widerspruch findet wohl seine Lösung in dem eintretenden Krampf der Glottis mit der darauf folgenden Action der exspiratorisch wirkenden Bauchmuskulatur. Die Residual- und Reserveluft konnte nicht ausströmen — die Bauchpresse drängte so die mässig geblähten Lungen gegen den offenen Spalt. Die Reflexerscheinung tritt sofort bei dem Inhalieren der Gase in die Nase ein. Wiederholt man bei demselben Tiere den Versuch, so verkürzt sich die Dauer des Respirationsstillstandes mit der Zahl der Wiederholung.

II. Veränderungen in der Atmung bei Bromäthylinhalation durch eine Trachealkanüle bei unverletzten Nervis vagis.

Atmet ein Kaninchen mit unversehrten Nervis vagis Bromäthyldämpfe, so zeigt sich sofort eine Beschleu-

nigung der Respiration, die das Zweifache der ursprünglichen Zahl der Atembewegungen nicht übersteigt und eine gleichzeitige Verflachung der einzelnen Atmungscurven. Die Thäler bleiben wohl in demselben Niveau, sie liegen in derselben Linie, welche die inspiratorischen Wendepunkte tangiert, aber die Spitzen der Curven erreichen nicht mehr die ursprüngliche Höhe der normalen Exspiration.

Die Ausdehnung des Brustraumes geht somit noch nicht über das gewöhnliche Mass hinaus. Die Exspiration wird von Atemzug zu Atemzug kleiner, so dass sich die Ventilation der Lungen von vornherein ungenügend gestaltet (siehe Tafel I). Das Versuchstier, welches mir die Curve lieferte, respirierte normal 78 Mal in der Minute, die Zahl stieg in den 12 Atemzügen nach Zuführung von Bromäthyl, auf eine Minute berechnet, auf 106. Das Verhältnis der Zunahme war kein constantes, jedoch habe ich sie niemals über das Doppelte beschleunigt gefunden. Nach ungefähr 8—12 Zügen solcher beschleunigten und oberflächlichen Atmung folgt eine tiefe Inspiration, die jetzt den Thorax über das normale Mass ausdehnt und die inspiratorische Lage der Verbindungslinie der mittleren Höhe der Curven fällt plötzlich tiefer. Von jetzt ab beschleunigt und verkleinert sich wiederum die Respiration parallel dem allmählichen Sinken der Volumencurve nach der inspiratorischen Seite (siehe Tafel I). Sofort nach der tiefen Inspiration stieg die Atemzahl auf 210 in der Minute. Führt man dem Tiere wiederum atmosphärische Luft zu, steigt die Curve allmählich wieder an, die einzelnen Atemzüge werden langsamer und tiefer, bis der ursprüngliche Typus wieder erreicht ist. Bei Tieren, die durch Versuche bereits eine Herabsetzung ihrer Reflexerregbarkeit erlitten haben, treten die beschriebenen Veränderungen in der Atmung weniger ausgeprägt auf; dieselbe bleibt, je häufiger man die Versuche mit demselben

Thiere wiederholt, dem normalen Modus immer ähnlicher.

Führt man dem Versuchstiere nicht, wie wir es thaten, nach 40—60 Secunden der Bromäthylinhalation wieder Luft zu, sondern atmet dasselbe das Gas ohne Unterbrechung weiter, so folgt, wie bei Chloroform und Äther, ein Stadium der Verlangsamung, und die einzelnen Atmungscurven gewinnen in dieser Periode an Ausdehnung bei Erhaltung des mittleren Höhenstandes. Die Respirationscurve zeigt das charakteristische Bild der Dyspnoë (siehe Tafel II). Zum zweiten Male beginnen dann die Atemzüge sich zu verflachen und gleichzeitig zu beschleunigen ganz progressiv, bis schliesslich der Volumschreiber eine gerade Linie auf das Kymographion zeichnet.

Künstliche Ventilation der Tiere, wenn sie bis 3 Minuten nach Stillstand des respiratorischen Apparates eingeleitet wurde, war zum ersten Male stets von Erfolg; liess ich aber bei demselben Tier nacheinander das Bromäthyl bis zum respiratorischen Stillstand einwirken, sind mir meine Wiederbelebungsversuche nicht selten misslungen.

III. Veränderungen in der Atmung durch Trachealkanüle bei Bromäthylinhalation nach der Durchschneidung der Nervi vagi.

Die Veränderungen in der Atmung zeigen bei Tieren, denen die Nervi vagi durchschnitten sind, ein Eingriff, der bekanntlich die Atmung verlangsamt und vertieft, bei Bromäthylinhalation, ganz abgesehen von diesen Ausfallserscheinungen, charakteristische Abweichungen von denen, welche ich eben beschrieben habe. Sofort mit dem ersten Atemzuge sinken die Exspirationen unter die Verbindungslinie der Kuppen der Volumcurve, gerade wie bei unversehrten Vagis.

Es springt aber in die Augen, dass die einzelnen,

anstatt sich zu verkleinern, an Höhe gewinnen, sich vertiefen; die Thäler sinken herab (allmählich) und die Beschleunigung, die hier zunächst ganz fehlt, macht sich erst in einer Zeit bemerkbar, wo die Atmung in unsern früheren Versuchen bereits den hypokinetischen Charakter angenommen hatte. Erst später stellt sich eine Vermehrung der Respiration ein, die auch dann noch von einer Abflachung der Curve in inspiratorischem Sinne begleitet ist. Die tiefe Inspiration zwischen dem 8.—12. Atemzuge mit dem plötzlichen Sinken des Höhenstandes der inspiratorischen Thäler fehlt hier ganz. Ebenso vermissen wir hier eine secundäre Verlangsamung und Vertiefung der Atmung, wie wir sie bei Tieren mit intakten Vagis constant mehr oder weniger ausgeprägt constatieren konnten. Nach vielen Vergleichen der Curven, die ich von Tieren mit unversehrten Nervis vagis habe, mit den von Tieren mit durchschnittenen Vagis gewonnenen, bin ich zu der Überzeugung gekommen, dass in letzteren das ganze erste Stadium bis zur Vertiefung und Verlangsamung der Atmung ausgefallen ist. Ohne Unterbrechung sieht man langsam und stetig die Volumcurve mit Verschiebung nach der inspiratorischen Seite sich verkleinern, und die Atemzüge gewinnen in demselben progressiven Verhältnis an Anzahl, bis die Respiration endlich erlischt. Reizungen des centralen Stumpfes eines durchschnittenen Vagus ergaben eine sofortige bedeutende Zunahme der Atemzüge und eine dementsprechende Abnahme der Curvenhöhe bis zu dem Zeitpunkte ungefähr, wo die Höhe der Atmungscurven infolge der Bromäthylwirkung noch nicht um die Hälfte verloren hatte (Fig. III). Nach diesem Eintritt konnte man einen Effekt der Reizung nicht mehr wahrnehmen. Ich habe ausschliesslich elektrische Reize angewandt und benutzte dazu das du Bois-Reymondsche Schlitteninductorium ohne Eisenkern mit Halskeschem Hammer, der 20 Öffnungsschläge in der

Secunde lieferte, bei einem Abstande der secundären Rolle von 25 cm und darunter ($^1/_{500}$—$^1/_{128}$ der möglichen Stromstärke bei einem Daniell). Entgegen der Einwirkung des Chloroforms ergab sich, dass Tiere mit durchschnittenen Vagis der Bromäthylwirkung länger widerstanden, als solche mit unversehrten, obwohl sie ein bedeutend grösseres Quantum der giftigen Bromäthyldämpfe respirierten, als diese. Die letale Dosis liegt für Tiere mit durchschnittenen Vagis bei ununterbrochener Inhalation zwischen 5—6 g, während die Tiere bei intacten Vagis schon nach Einatmung von 3 g die Respiration einstellen.

Schlussfolgerungen.

Lassen wir die Veränderungen auf die Atmung, welche die Bromäthylinhalation hervorruft, nochmals Revue passieren, so sehen wir in allen Fällen Veränderungen eintreten, welche, um mich teleologisch auszudrücken, ein Fernhalten der giftigen Gase bezwecken, gerade wie ein Ertrinkender, der die Überlegung noch nicht verloren hat, thunlichst die Respiration unterdrückt. Bei Nasenatmung sistiert sie ganz, um erst nach mehr als 30 Secunden in beschränkter Weise wiederzukehren; bei Trachealatmung, wo jenes Sistieren ausfällt, tritt sofort eine Verflachung ein. Der exspiratorische Atmungsstillstand bei Nasenatmung ist bekanntlich eine Reflexerscheinung, die vom Trigeminus ausgelöst wird.

Die Beschleunigung und Verflachung der Atmung sind Reflexerscheinungen vom Nervus vagus, da sie nach Durchschneidung desselben zunächst gar nicht auftreten. Wenn diese Veränderungen bei Tieren mit durchschnittenen Vagis auftreten, so dürfte meine Annahme nichts Ungereimtes haben, dass das stetige Wachsen des Procentgehaltes des Blutes an Bromäthyl den ausgefallenen Vagusimpuls auf das Atmungscentrum ersetzt.

Das Sinken der Volumcurven in inspiratorischem Sinne, das sich erst nach einer Reihe von Atemzügen

zeigt, hängt wohl ausschliesslich vom Atmungscentrum ab. Es tritt dies bei jeder noch zu überwindenden Dyspnoë als normale Reaction des Organismus auf, da nur dadurch eine genügende Lüftung der Medulla oblongata garantiert wird. Die gewonnenen Curven zeigen eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit denen, welche Holovtschiner nach mässigen Blutverlusten, die das Leben der Tiere nicht gefährdeten, erhielt.

In beiden Fällen, sowohl nach Blutverlust als nach Bromäthylinhalation, sehen wir den Übergang der normalen Atmung in die pneumatorectische, wobei die Volumcurve inspiratorisch sinkt, dann in die hypokinetische. Das Bromäthyl wirkt nicht lähmend auf das Inspirationscentrum, es scheint die Abweichung nach der inspiratorischen Seite vielmehr für eine aussergewöhnliche Erregung desselben zu sprechen. Aber die geleistete Arbeit und die übernormale Energie ist unzweckmässig. Niemals beobachtete ich die ominöse synkoptische Atmung, wo zwischen einzelne tiefe Atemzüge sich exspiratorische Pausen einschieben und der Thorax die Cadaverstellung einnimmt. Es hat dies grosse, praktische Wichtigkeit, da dadurch die Restituierung der erloschenen und die Überführung der gestörten in die normalen Atembewegungen erheblich mehr garantiert ist.

Wenn ich nun eine kurze Schilderung der Respirationsänderungen infolge von Stickoxydulinhalation folgen lasse, so geschieht das einerseits, um dem Zahnarzte die Möglichkeit zu geben, die Wirkung von Stickoxydul mit der des Bromäthyls vergleichen zu können, andererseits aber auch, um die Behauptung von gewisser Seite über die ganz analoge Wirkung beider Narkotica etwas tiefer zu hängen. M. Goltstein, der im Laboratorium von Prof. Zuntz eine Reihe von Versuchen gemacht hat, hat in einer gediegenen Arbeit seine Resultate niedergelegt, die ich nur bestätigen kann. Bei reiner Stickoxydulatmung

durchläuft die Volumcurve in constanter Weise die 3 Stadien, welche Högyes bei der Erstickung unterscheidet. Zunächst vorwiegend inspiratorische Anstrengungen, dann heftige Action der Exspirationsmuskeln, und endlich terminales Atmen bei Unthätigkeit der Exspirationsmuskulatur (Fig. V).

In meinen Versuchen vergingen bis zum Eintritt des dritten Stadiums 40—50 Secunden, eine Zeit, die durch Beimischung eines geringen Quantums atmosphärischer Luft (Fig. IV) bemerkenswerter Weise bis auf 10 Minuten ausgedehnt wurde. Die charakteristischen Eigentümlichkeiten der beiden ersten Stadien waren in diesem Falle vollständig verwischt, die Curve zeigt fast gar keine Veränderung von der normalen. Der Nasenreflex auf die Atmung fehlte hier ganz. Bei durchschnittenen Nervis vagis bleibt das Bild ganz dasselbe. Die Veränderungen in der Atmung sind bei Stickoxydul also nicht, wie bei Bromäthyl, die cumulierte Wirkung des Reflexes der sensiblen Vagusenden und des autochthonen Atmungscentrums, sondern lediglich durch dieses bedingt. Die Curven, wie sie Bromäthylatmung liefert, haben eine nicht zu verkennende Ähnlichkeit mit denen, wie sie durch Chloroform und Äther hervorgerufen werden, haben aber keine Spur von Verwandtschaft mit den Stickoxydulcurven.

Einwirkung des Bromäthyls auf Herzaction und Blutdruck.

So sehr die Veränderungen der Atmung unser grösstes Interesse für die Beurteilung der Bromäthylwirkung beanspruchen, so haben sie doch nicht die Wichtigkeit der Kreislaufsänderungen, zu denen ich nunmehr übergehe. Die Anordnung, welche ich bei der Respiration traf, habe ich hier beibehalten, um zu erfahren, ob analoge Störungen sich im Kreislauf abspielen. Ich habe also zunächst wieder mit Tieren mit unversehrten Nervis

vagis experimentiert, dann nach Durchschneidung derselben, und, um auch jede Beeinflussung von der Muskulatur auszuschliessen, bei Tieren, die mit Curare vergiftet waren und künstlich respiriert wurden.

I. Veränderungen im Kreislauf bei unverletzten Nervis vagis.

Die Reihenfolge der sich abspielenden Störungen, die an Dauer und Intensität wohl variierten, war eine constante. Sofort mit der Beschleunigung und Abflachung der Atemzüge wächst die Pulszahl, wenn auch nicht in einem gesetzmässigen Procentsatze. Bald betrug die Zunahme der Herzschläge nur 3 in der Viertelminute, in anderen Fällen stieg dieselbe auf 30 Pulse. In dem Stadium, wo die Atmung sich wieder vertieft und verlangsamt, zeigen die Curven ein ganz verändertes Bild. Es ist nicht mehr möglich, die einzelnen Herzactionen mit Sicherheit zu scheiden. In einem unlösbaren Durcheinander setzen sich auf die Curve Elevationen in einander und auf einander, die eine Herzthätigkeit wiederspiegeln, wobei die einzelnen Teile des Herzens in ihrer Arbeit die geregelte Coordination verloren haben (Fig. VI). Diese Arhythmie des Herzschlages, deren Curvenbild mir lange unverständlich gewesen ist, tritt immer ein. Wenn der Herzschlag seine Regelmässigkeit wiedererlangt, ist er stark beschleunigt, aber die Erhöhungen in der Curve sind jetzt bedeutend verkleinert. Erst nach dem Stillstand der Respiration sinkt die Pulszahl wieder etwas herab. Der Blutdruck zeigt ein stetiges und aussergewöhnlich schnelles Sinken, das besonders in der Periode der uncoordinierten Herzactionen in die Augen springt. Ein auch nur kurzes Wiederansteigen der Curve habe ich bei Tieren mit unverletzten Nervis vagis niemals beobachten können. In den wenigen Fällen, wo ich bis zum Beginn der hypokinetischen Atmung etwa wieder atmosphärische Luft

atmen liess, habe ich stets die Beobachtung gemacht, dass der Blutdruck nicht mehr die alte Druckhöhe erreichte; die Differenz war im allgemeinen 3—5 mm Hg. Gewöhnlich habe ich es vorgezogen, das Bromäthyl bis zum respiratorischen Stillstande einwirken zu lassen, und bin in einzelnen Fällen noch weiter gegangen und habe gewartet, bis das Herz seine Arbeit eingestellt hatte, und ausnahmsweise habe ich auch dann noch kurze Zeit müssig gestanden, bis ich zu Wiederbelebungsversuchen überging. Wenn das Herz noch schlug, so war die eingeleitete künstliche Atmung im allgemeinen erfolgreich. War auch schon das Herz zu Ruhe gekommen, suchte ich neben der künstlichen Atmung nach dem Vorgange von Böhm durch Compression des Thorax einen Notkreislauf herzustellen, um das bromäthylhaltige Blut im Herzen durch Blut zu ersetzen, das weniger von dem Gifte enthielt. Wurden die Manipulationen nicht sofort mit dem Erlöschen der Herzaction aufgenommen, habe ich in keinem Falle den definitiven Tod aufhalten können. Böhm, der seine interessanten Versuche ausschliesslich an Katzen anstellte, dürfte vielleicht deshalb bessere Resultate erzielt haben, weil bei diesen Tieren der sehr elastische Thorax die Bewerkstelligung des Notkreislaufes wesentlich begünstigt. Die Differenz zwischen dem Maximal- und Minimaldruck bei jedem Pulsschlage wird in der Regel allmählich kleiner; nur ausnahmsweise habe ich eine Zunahme in dem Ausschlage des Cowl-Gadschen Blutwellenzeichners gesehen. Bei der Wichtigkeit, welche die Veränderungen des Kreislaufes beanspruchen, will ich sie durch einige tabellarische Übersichten illustrieren.

Kaninchen von 1650 g. Respiration 24, Pulsfrequenz 92 normal in $^1/_4$ Minute. Bromäthylverbrauch 3 g.

Zeit in Secunden	Respiration in $^1/_4$ Minute	Puls	Mittlerer Blutdruck in mm Hg	Bemerkungen
0—15	55	96	107—78	
15—30	41	40(?)	78—52	Arythmie des Herzschlages.
30—45	56	65	52—36	
45—60	103	117	36—27	
60—75	107	110	27—20	
75—90	—	108	20—10	Atmung sistiert nach 80 Secunden.

Wiederbelebung gelingt nach 3 Minuten fortgesetzter künstlicher Atmung.

Kaninchen von 1860 g. Respiration 22, Pulsfrequenz 86 in $^1/_4$ Minute. Bromäthylverbrauch gegen 3 g.

Zeit in Secunden	Respiration in $^1/_4$ Minute	Puls	Mittlerer Blutdruck in mm Hg	Bemerkungen
0—15	58	107	89—82	
15—30	29	57(?)	82—35	Arythmie des Herzschlages.
30—45	31	92	35—21	
45—60	75	105	21—10	
60—75	—	90	10— 3	Nach 70″ Atmungsstillstand.
75—90	—	—	—	Nach 80″ Herzactionen kaum noch sichtbar.

Nach 90″ Aufnahme der Wiederbelebungsversuche: erfolglos.

Kaninchen 1850 g. Respiration 24, Pulsfrequenz 76 in $^1/_4$ Minute. Bromäthylverbrauch gegen 3 g.

Zeit in Secunden	Respiration in $^1/_4$ Minute	Puls	Mittlerer Blutdruck in mm Hg	Bemerkungen
0—15	55	103	96—89	
15—30	34	62(?)	89—63	
30—45	46	84	63—46	
45—60	92	101	46—35	
60—75	108	116	35—23	
75—90	—	105	23—10	Atmung sistiert nach ungefähr 80 Secunden. Wiederbelebung durch künstliche Atmung in kurzer Zeit.

Das stetige Sinken des Blutdruckes, wie es in den obigen tabellarischen Übersichten sich ausprägt, ist der hervorstechendste Charakter aller meiner Curven, die ich aus 21 Versuchen gesammelt habe.

II. Veränderungen im Kreislauf nach Durchschneidung der Nervi vagi.

Die auffallende Thatsache, die ich schon einmal hervorhob, dass Tiere mit durchschnittenen Vagis der Bromäthylwirkung trotz des doppelten Gasconsums bedeutend länger widerstehen, als Tiere mit unverletzten, prägt sich im Verhalten des Kreislaufes markant aus. Auch hier wird die Herzaction, nachdem sie zunächst eine geringe Beschleunigung erfahren hat, sehr bald uncoordiniert, es stellt sich aber bald die Regelmässigkeit wieder her. Der Puls ist nach der Periode der Arhythmie langsam und kräftig und der Blutdruck, der auch dann noch anfangs fällt, fängt bald an, wiederzugewinnen, bis die Herzactionen zum zweiten Male das Bild gestörten Ineinandergreifens darbieten und der Blutdruck wieder absinkt. Aus dieser zweiten Verwirrung der ungeregelten Thätigkeit erscheint dann die Regelmässigkeit der Herzaction mit unbedeutender Zunahme der Schläge. Der Abstand zwischen dem Minimal- und Maximaldruck ist zunächst vergrössert und erfährt eine sehr langsame aber stetige Abnahme, bis das Herz endlich stillsteht. Führt man dem Versuchstiere wieder atmosphärische Luft zu, erhebt sich der Blutdruck über die ursprüngliche Höhe. Die oft nicht unbedeutende Steigerung, welche im Verlaufe der Bromäthylinhalation sich zeigt, hält sich gewöhnlich bis 15 Secunden. Die Arhythmie zeigt auch nicht den Grad, wie bei Tieren mit unverletzten Nervis vagis.

Kaninchen von 1600 g. 80 Pulse in $^1/_4$ Minute.

Zeit in Secunden	Pulsfrequenz in $^1/_4$ Minute	Mittlerer Blutdruck in mm Hg	Bemerkungen
0—15	59	71—67	
15—30	54	67—64	
30—45	54	64—62	
45—60	32(?)	62—32	Arythmie des Herzschlages.
60—75	33	32—32	
75—90	45	32—45	
90—105	53	45—45	
105—120	78	45—50	Dem Tiere wird wieder atmosphärische Luft zugeführt.

Nach 5 Minuten der Luftatmung beträgt der mittlere Blutdruck 82 mm Hg.

Kaninchen, 1700 g. Pulsfrequenz 85. Bromäthylverbrauch $5^1/_2$ g.

Zeit in Secunden	Pulsfrequenz in $^1/_4$ Minute	Mittlerer Blutdruck in mm Hg	Bemerkungen
0—15	72	103—90	
15—30	40(?)	90—68	Arythmie des Herzschlages.
30—45	40	68—60	
45—60	41	60—66	
60—75	43	66—62	
75—90	42	62—57	
90—105	55	57—53	
105—120	72	53—30	
120—135	69	30—25	
135—150	47(?)	25—21	Arythmie des Herzschlages.
150—165	46	21—17	
165—180	44	17—14	
180—195	44	14—10	
195—210	40	10— 8	Nach 215 Secunden sistiert die Herzthätigkeit. Wiederbelebungsversuche waren vergeblich.

III. Veränderungen im Kreislaufe bei curarisierten und künstlich ventilierten Tieren.

Die Störungen, welche bei so vorbereiteten Tieren eintreten, überraschen nicht minder, wie die auffallenden der voraufgehenden Reihe. Es sinkt nach wenigen Herzbewegungen die Pulszahl auf kaum ein Drittel der ursprünglichen Zahl, und gleichzeitig wie in einem Moment

steigt der Blutdruck 30—40 mm über das ursprüngliche Niveau. Aber nach wenigen Secunden fällt er rapide herab, die systolischen Erhebungen fallen in 15 Secunden bis zur Unkenntlichkeit. Eine Störung der coordinierten Herzthätigkeit kommt hier nicht zur Erscheinung. Wiederbelebungsversuche waren stets von Erfolg (Fig. VII).

Kaninchen von 2000 g, curarisiert und künstlich ventiliert. Pulsfrequenz 90. 1 g einer Curarelösung 1 : 100 injiciert.

Zeit in Secunden	Pulse in $^1/_4$ Minute	Höchster Blutdruck in mm Hg	Bemerkungen
0—15	37	vor Bromäthyleinblasung 105mm, nach 8 Herzschlägen 132 mm, nach 15 Secunden ist er auf 32 mm gefallen.	Die Herzaction anfangs eine sehr kräftige; nach 15 Secund. keine systolische Erhebung. mehr sichtbar.

Schlussfolgerungen.

Nach Stickoxydulinhalation treten nun zwar auch Störungen im Kreislauf auf, ohne aber den bösartigen Charakter der eben geschilderten zu besitzen. Atmet das Tier reines Stickoxydul, steigt der mittlere Blutdruck in dem Stadium der inspiratorischen Anstrengungen, fällt dann im folgenden und ist beim Einsetzen der terminalen Atmung wenig unter das Anfangsstadium gesunken. Beide Veränderungen, sowohl das Ansteigen über die normale Druckhöhe, wie das spätere Sinken, werden durch eine kleine Quantität atmosphärischer Luft, die das Tier mit dem Lachgas atmet, eingeschränkt. Der Herzschlag ist noch immer kräftig und normal, wenn die Atmung schon aussetzt. Es ist somit wohl Berechtigung vorhanden, von kleinen Veränderungen abgesehen, zu behaupten, die Wirkung des Stickoxyduls ist auf die Herzthätigkeit bei Sistieren der Respiration noch nicht bemerkbar. Wenn man aber auch dieses für das Bromäthyl beansprucht, so weiss ich nicht, wie man dazu berechtigt ist. Während hier die Atmung

nach einer kurzen bedeutenden Abflachung wieder ausgiebig wird, geht die Coordination der Herzthätigkeit verloren, sie wird unfähig, den Kreislauf normal zu erhalten. Gerade in der Praxis muss dieser Unterschied sich sehr bemerkbar machen. Wenn bei Stickoxydul die Atmung stillsteht, treten die Anzeichen der drohenden Gefahr so eindringlich in die Erscheinung, dass es geradezu unmöglich ist, sie nicht zu erkennen. Aber selbst in diesem Stadium hat die Herzthätigkeit fast gar keine Einbusse erlitten. Dagegen ist es schwierig, die Arhythmie der Herzthätigkeit jedes Mal am Pulse zu erkennen. Dass sie auch beim Menschen eintritt, konnte ich bei einer Frau gelegentlich einer nicht von mir ausgeführten Operation beobachten, bei der die Bromäthylinhalation länger, als es für uns Zahnärzte nötig ist, fortgesetzt wurde. Die narkotische Wirkung macht sich vor dem Eintritt der Vertiefung und Verlangsamung geltend. Worin die Analogie zwischen Stickoxydul und Bromäthyl bestehen soll, konnte ich nicht herausfinden.

Wenn ich nun den Versuch mache, die Ursachen der Kreislaufstörungen, besonders für den Verlust der Coordination der Herzthätigkeit und das starke Sinken des Blutdruckes, zu discutieren, so bin ich mir dabei wohl bewusst, welche Schwierigkeiten, die durch meine Versuche nicht gehoben sind, mir entgegentreten. Aber ich halte es für meine Pflicht, die Ansicht, welche ich auf Grund meiner Beobachtungen gebildet habe, der Kritik auszusetzen. Bei Chloroform und Äther ist Arhythmie des Herzschlages in Verlauf der Blutsenkung sehr selten. Nach den Untersuchungen von Heidenhain und Knoll tritt diese eigentümliche Erscheinung dann ein, wenn ein Missverhältnis zwischen der Herzarbeit und den Kreislaufswiderständen Platz greift. Es giebt eine Reihe von Möglichkeiten, wodurch das Missverhältnis entstehen kann. Es kann sein, dass die Propulsivkraft des Herzens sich nicht ändert, aber die

Widerstände der Peripherie sich mehren. Dieser Fall stellt bei uns die Arhythmie nicht her, weil damit notwendig ein Steigen des Carotisdruckes verbunden sein müsste. Es könnten dann die Widerstände im kleinen Kreislauf sich vermehren, ohne dass die Herzaction eine entsprechende Verstärkung erführe. Der Carotidendruck würde in diesem Falle sinken, was mit unsern Beobachtungen stimmt. Folgendes scheint auch dafür zu sprechen. Wenn man nach dem Respirationsstillstand sofort das Herz freilegt und mit einem spitzen Instrument in den linken Ventrikel sticht, entfliesst demselben sehr wenig Blut, während nach Öffnung des rechten eine kleine Blutsäule von ungefähr 5 cm emporsprudelt. Ferner starb mir ein Kaninchen während der Bromäthylinhalation unter Blutung aus der Trachea. Sofort vorgenommene Sektion ergab, dass ein Gefäss der rechten mit vielen Tuberkeln durchsetzten Lunge geplatzt sein musste. Das Missverhältnis kann aber auch bei Gleichbleiben der Widerstände in den Blutbahnen durch eine Schwächung des Herzens zu stande kommen. Da aber bei Respirationsstillstand das infolge der Bromäthylwirkung venöse System überfüllt ist, während das arterielle ein grosses Manco aufweist, wäre es notwendig, dass Bromäthyl auf die beiden Herzhälften verschieden wirkte. Es wäre das gar nicht beispiellos. Schon vor einer Reihe von Jahren wurde von Leyden und später von Fräntzel darauf hingewiesen, dass Digitalis bei Erkrankung des rechten Herzens nicht allein nichts nutze, sondern die Krankheit verschlimmere. v. Openchowsky (Dorpat) hat diese klinische Beobachtung dann später auch experimentell dadurch begründet, dass er nachwies, dass Digitalis fast nur auf das linke Herz wirkt. Es wäre die Thatsache also gar nicht so unmöglich, dass Bromäthyl mehr das rechte Herz afficiert, als das linke. Bei dem oben erwähnten Stich in den rechten Ventrikel konnte ich eine Beeinflussung der

Höhe der Blutsäule durch die Systole nicht beobachten, ein Umstand, der auf die Insufficienz der Contractionen schliessen lässt. Die Beobachtung bei aufgespaltenem Thorax zeigt nun zwar keine Hyperämie der Lungen, um so mehr aber das uncoordinierte Spiel der Herzarbeit. Es zeigt sich uns das Bild des ausgesprochenen Delirium cordis. Die geregelte Herzarbeit kehrt von nun an bei fortgesetzter Bromäthylinhalation nicht wieder. Wenn aber beim Fortbestand der Respiration wieder atmosphärische Luft zugeführt wird, so kehrt der geregelte Herzschlag zurück. Das Sinken des Blutdruckes ergiebt sich durch die verworrenen insufficienten Herzcontractionen mit zwingender Notwendigkeit, wenn man die eben angedeutete verschiedene Einwirkung des Bromäthyls auf die beiden Herzhälften annimmt. Mir scheint dies höchst wahrscheinlich.

Die Veränderungen im Kreislauf werden durch folgenden Versuch, durch den meine Resultate eine, glaube ich, nicht unwesentliche Stütze erhalten, eigentümlich beleuchtet. Es ist eine bekannte Thatsache, die von Latschenberger, Deahna, Dittmar eingehend studiert ist, dass jede Reizung eines sensiblen Nerven den arteriellen Blutdruck unabhängig von den Hemisphären erheblich steigert. In dem Stadium des Delirium cordis bleibt die Steigerung entweder ganz aus, oder die Differenz ist sehr klein.

Weshalb Tiere bei durchschnittenen Nerv. vag. der Einwirkung des Bromäthyls länger widerstehen, weshalb bei curarisierten Tieren der Blutdruck bis zu 36 mm Hg über die Norm steigt, dafür habe ich keinen Anhalt gefunden.

Was nun den therapeutischen Wert betrifft, so sind es zwei Momente, welche die Brauchbarkeit des Bromäthyls für kurze operative Eingriffe garantieren: der schnelle Eintritt der Narkose vor dem gefährlichen Stadium des Delirium cordis und der niedrige Siede-

punkt, der die leichte Ausscheidung der giftigen Gase fördert. Aber die Illusionen, mit denen ich meine Versuche mit Bromäthyl begann, sind im Laufe derselben immer mehr zusammengeschrumpft. Mit Auswahl werde ich es auch in Zukunft noch anwenden, aber die Inhalation des Bromäthyls rücksichtslos abbrechen, wenn die Narkose auf sich warten lässt. Herzfehler scheinen mir weniger zu contraindicieren, als anämische Allgemeinleiden.

Somit am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Joh. Gad meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen für die Bereitwilligkeit, mit der er mich mit Rat und That bei meiner Arbeit unterstützt hat.

Litteratur.

Scheps: Das Bromäthyl und seine Verwendbarkeit bei zahnärztlichen Operationen, Dissertation, Breslau 1886.

Knoll: Wiener Sitzungsberichte 1876 | Über die Wirkung von Chloroform und Äther auf Atmung und Blutkreislauf.

„ „ „ 1878 |

Eulenburgs Encyklopädie: IV. Band „Chloroform".

Rabuteau: Compt. rend. 1876 „Recherches sur les propriétés physiologiques et la mode d'administration de l'éther bromhydique."

Terillon: Compt. rend. 1880 „Anaesthésie locale et générale produite par le bromure d'éthyle".

Sims Marion: The bromide of ethyl as an anaesthetic. New-York med. record 1880.

Bonome et Mazza: Riv. di chim. med. et farmac. 1884 „Sull' azzione biologica del bromoformio, bromuro d'etile et bromuro d'etilene".

Böhm: Archiv für experiment. Pathologie 1878 „Über Wiederbelebungen nach Vergiftungen und Asphyxie".

Högyes: Archiv für experiment. Pathologie 1876 „Experimentelle Beiträge über den Verlauf der Atmungsbewegungen bei Erstickung".

Gad: Archiv für Physiologie 1876, Verhandlung der Physiolog. Gesellschaft zu Berlin.

Goltstein, M.: Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie 1878, „Über die Wirkungen des Stickoxydulgases".

von Openchowsky: Archiv für klinische Medizin „Über die Einwirkung der Digitalis aufs Herz".

Thesen.

I.

Keiner von den vorhandenen Blutwellenzeichnern giebt ein wahres Bild von den Veränderungen im Kreislauf.

II.

Die operative Behandlung der Zahnfleischhypertrophie nach Kindbett ist zu unterlassen.

III.

Der Tod des Individuums als eine gesetzmässige, natürliche Erscheinung ist erst in der Zeit durch Differenzierung entwickelt.

Lebenslauf.

Verfasser Heinrich Löhers, katholischer Konfession, geboren am 8. Juli 1861 zu Geseke als Sohn des verstorbenen Gutsbesitzers Friedrich Löhers, erhielt seine Schulbildung bis Ober-Prima auf den Gymnasien zu Warburg und Brilon. Nach einer $^1/_2$jährigen Unterbrechung nahm er das Gymnasialstudium an dem Gymnasium zu Heiligenstadt wieder auf und verliess dasselbe Ostern 1883 mit dem Zeugnis der Reife. Er widmete sich in Berlin zunächst dem Studium der Naturwissenschaften, nach einem Jahre wandte er sich der Medizin, speziell der Zahnheilkunde, zu. Im Jahre 1888 Ostern bestand er das zahnärztliche Staatsexamen, assistierte darauf bis September 1888 bei Dr. med. Witzel, Zahnarzt in Essen a./R. und praktizierte von September 1888 bis Februar 1890 in Bochum. Am 25. Februar 1890 bestand er zu Berlin das Examen rigorosum. Am 1. Mai liess er sich in Essen a./R. als praktischer Zahnarzt nieder.

Während seiner Studien besuchte er die Vorlesungen, Kurse und Kliniken der Herren:

Bardeleben, von Bergmann, Busch, Christiani (†), du Bois-Reymond, Eichler (†), J. Gad, Grunmach, Hartmann, von Helmholtz, A. W. von Hofmann, H. Kronecker, G. Lewin, L. Lewin, Leyden, Mendel, Miller, Munk, von Noorden, Pätsch, R. Virchow, Waldeyer, Zeller.